

**Исследование кардиотокограммы на основе методов  
вейвлет-анализа**

Дубровина О.В.

Белорусский национальный технический университет

Вейвлет-преобразования (непрерывное и дискретное) находят широкое применение в различных научных и прикладных исследованиях. Одно из перспективных направлений использования вейвлет-преобразований – обработка различного рода сигналов, содержащих медицинскую информацию, в частности, сигналов, описывающих сердечный ритм.

Целью данной работы является разработка методики применения непрерывного и дискретного вейвлет-преобразования при исследовании звуковых сигналов, полученных при кардиотокографии.

Кардиотокография – это метод оценки состояния плода, основанный на анализе изменчивости частоты его сердцебиения в покое, движении, в условиях маточной активности, а также воздействия факторов среды обитания. Кардиотокограммой называется одновременная запись частоты сердцебиения плода, сократительной деятельности матки, движения плода. Датчик продуцирует ультразвуковую волну, которая проходит через ткани матери и плода и доходит до сердца плода, движения стенок и клапанов последнего производят сдвиг Допплера в частоте волны. Измененная отраженная волна возвращается и улавливается датчиком.

Исходные данные, представленные графической кривой конечной длины, первоначально разбиты на три группы по клиническим показателям – норма и два типа патологии.

Исследование кардиотокограмм проводилось с использованием комплексного вейвлета Морле и вейвлета Добеши(db4).

Возможность перехода от интегрального вейвлет-преобразования к дискретному вейвлет-преобразованию была обнаружена И. Мейером. Он также указал условия на вейвлет, при котором интегральное вейвлет-преобразование можно

заменить дискретным, задав некоторый базис в гильбертовом пространстве  $L_2(\mathbb{R})$ .

Предлагается следующий алгоритм обработки сигнала:

1. Определение временного интервала, на котором информация о процессе является достоверной (т.е. длины сигнала).
2. Определение характерных точек кривой. Поскольку моменты снятия показаний прибором, вообще говоря, неизвестны, то в качестве характерных точек берут точки локальных максимумов и минимумов на кривой.
3. Определение единицы временной шкалы. Для применения стандартных программных средств необходимо, чтобы дискретный сигнал имел вид одномерного временного ряда. При необходимости точки могут быть перемещены.
4. Введение диадической шкалы. Поскольку стандартные алгоритмы работают с сигналами, содержащими точки в количестве, кратном степени двойки, необходимо либо добавить, либо отбросить некоторое количество точек. Это достигается применением полиномиальной интерполяции во внутренних диапазонах или экстраполяцией вне сигнала.
5. Разложение диадического сигнала по частотным интервалам с помощью стандартного приложения Wavelet Toolbox математического пакета MATLAB.

Переход от всех частот к некоторому набору частотных интервалов позволяет удалить сторонний “шум” в сигнале и восстановить характерные особенности сигнала, соответствующие исходному процессу.

С помощью приведенного выше алгоритма исследованы декомпозиции сигнала, построены линии максимумов. Установлено, что для сигналов двух групп максимумы значений вейвлет-преобразований распределены практически равномерно. Для третьей группы характерным является наличие резко выраженных групп максимумов.